



⑯ Aktenzeichen: P 35 44 015.5  
⑯ Anmeldetag: 13. 12. 85  
⑯ Offenlegungstag: 19. 6. 87



DE 3544015 A1

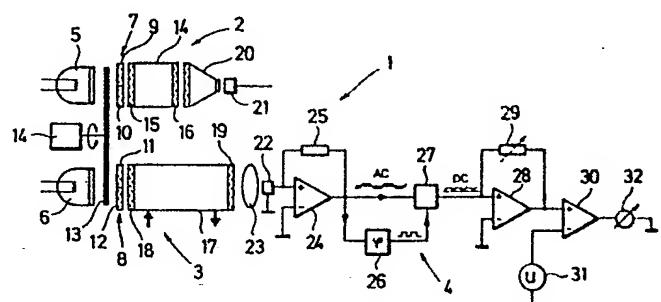
⑯ Anmelder:  
Leybold-Heraeus GmbH, 5000 Köln, DE  
⑯ Vertreter:  
Schickedanz, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 6050  
Offenbach

⑯ Erfinder:  
Wiegleb, Gerhard, Dipl.-Ing., 8752 Geiselbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Gasanalysevorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Gasanalysevorrichtung zum Erkennen des Vorliegens eines bestimmten Gases. Das zu analysierende Gas wird hierbei einer Küvette (17) zugeführt, die mit dem Licht einer Strahlungsquelle (6) beaufschlagt wird, und zwar mittels einer Zerhakerscheibe (13) einmal über ein erstes Filter (11) und einmal über ein zweites Filter (12). Die Filter (11, 12) sind dabei so ausgelegt, daß ein Sensor (22), der das Licht in eine elektrische Größe umwandelt, in jedem Fall eine Wechselgröße abgibt. Diese Wechselgröße wird für die Ansteuerung eines phasenselektiven Gleichrichters (27) aufbereitet. Änderungen der Eigenschaften der Gasanalysevorrichtung, z. B. alterungsbedingte Lichtschwächungen, können durch einen regelbaren Verstärker (28, 29) ausgeglichen werden, sobald festgestellt ist, daß die Spannung am Ausgang des phasenselektiven Gleichrichters (27) nicht mehr der vorgegebenen Referenzspannung entspricht.



DE 3544015 A1

## Patentansprüche

1. Gasanalysevorrichtung mit einer Strahlungsquelle und einem auf die Strahlung der Strahlungsquelle ansprechenden Wandler, wobei zwischen der Strahlungsquelle und dem Wandler das zu analysierende Gas oder Gasgemisch sowie eine optische Filteranordnung und eine mechanische Licht-Zerhacker scheibe vorgesehen sind und die Filteranordnung zwei nebeneinander angeordnete Filter aufweist, von denen das erste Filter nur in dem Strahlungsbereich durchlässig ist, der von dem zu analysierenden Gas oder Gasgemisch absorbiert wird, während das zweite Filter für einen Strahlungsbereich durchlässig ist, in dem das zu analysierende Gas oder Gasgemisch nicht absorbiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Transmissionsgrade der Filter (9, 11; 10, 12) so gewählt sind, daß bei jedem Gas am Ausgang des Wandlers (21, 22) ein Wechselsignal ansteht.

2. Gasanalysevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Transmissionsgrad des zweiten Filters (9, 11) größer als der Transmissionsgrad des ersten Filters (10, 12) ist.

3. Gasanalysevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz zwischen den Transmissionsgraden des ersten und des zweiten Filters in der Größenordnung des zu erwartenden Meßeffekts durch selektive Absorption der Meßwellenlänge liegt, wobei der Transmissionsgrad im wesentlichen durch das Maximum der jeweiligen Transmissionskurve definiert ist.

3. Gasanalysevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auswerteschaltung (4) vorgesehen ist, welche aufgrund des vom Wandler (22) abgegebenen Meßsignals (40, 41, 43) erkennt, ob die Meßempfindlichkeit der Vorrichtung durch Alterungsvorgänge und dergleichen nachgelassen hat und die durch Schaltungsmaßnahmen (28, 29) die ursprüngliche Meßempfindlichkeit wieder herstellt.

4. Gasanalysevorrichtung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische Ausgangssignal des Wandlers (22) einem Verstärker (24) zugeführt ist.

5. Gasanalysevorrichtung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrische und gegebenenfalls verstärkte Ausgangs- oder Meßsignal des Wandlers (22) einer Phasenerkennungsschaltung (26) zugeführt ist, welche den Nulldurchgang des von dem Wandler (22) abgegebenen Meßsignal (40, 41, 43) erkennt und ein Rechtecksignal (45) abgibt, das im Nulldurchgang des Meßsignals (40, 41, 43) Flanken aufweist.

6. Gasanalysevorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenerkennungsschaltung (26) einen Komparator aufweist, der den jeweils aktuellen Wert des Meßsignals (40, 41, 43) mit einem fest vorgegebenen Wert vergleicht.

7. Gasanalysevorrichtung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsignal (40, 41, 43) einem Gleichrichter (27) zugeführt wird, der das Meßsignal (40, 41, 43), welches ein Wechselsignal ist, in Abhängigkeit von der Phasenlage des Meßsignals (40, 41, 43) gleichrichtet, wobei die Phasenla-

ge mittels des jeweiligen Durchgangs des Meßsignals (40, 41, 43) durch eine vorgegebene Signalgerade (39) definiert ist.

8. Gasanalysegerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Gleichrichter (27) die unterhalb der Signalgeraden (39) liegenden Signale in den Bereich oberhalb dieser Signalgeraden (39) bringt.

9. Gasanalysevorrichtung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das phasenselektiv gleichgerichtete und am Ausgang des Gleichrichters (27) erscheinende Signal einem Verstärker (28) zugeführt wird.

10. Gasanalysevorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (28) ein Operationsverstärker mit einem variablen Widerstand (29) im Rückführungszweig ist.

11. Gasanalysevorrichtung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das phasenselektiv gleichgerichtete und gegebenenfalls verstärkte Ausgangssignal des Gleichrichters (27) einem Differenzbildner (30) zugeführt ist, der das Ausgangssignal des Gleichrichters (27) mit einem fest vorgegebenen Signal vergleicht.

12. Gasanalysevorrichtung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang des Differenzbildners mit einer Anzeigeeinrichtung (32) verbunden ist.

13. Gasanalysevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Licht-Zerhacker scheibe (13) auf einem äußeren Kreisring Aussparungen (50, 51) und auf einem inneren Kreisring Aussparungen (52, 53) aufweist, wobei die inneren Aussparungen (52, 53) dort beginnen, wo die äußeren Aussparungen (50, 51) aufhören und umgekehrt.

14. Gasanalysevorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Aussparungen (50, 51 bzw. 52, 53) über jeweils etwa 45 Grad erstrecken.

15. Gasanalysevorrichtung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mikroprozessor (65) vorgesehen ist, welcher die Ausgangssignale des Differenzbildners (30) verarbeitet.

16. Verfahren nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasanalysevorrichtung zunächst mit Nullgas beschickt wird, welches nicht in dem Wellenlängenbereich absorbiert, in dem das zu analysierende Gas absorbiert, wobei das hierbei am Ausgang des Wandlers (27) anstehende DC-Signal für die Festlegung des Nullpunktes des Meßsignals ( $U_0$ , Fig. 5) dient.

17. Verfahren nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Festlegung des Nullpunktes eine hochstabile Spannungsquelle (31) vorgesehen ist.

18. Verfahren nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Festlegung des Nullpunktes ein Speicher (65) vorgesehen ist, in dem der Amplitudenzwert des Meßsignals in analoger oder digitaler Form abgelegt wird.

19. Verfahren nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasanalysenvorrichtung ein Meßgas zugeführt und das am Ausgang des Differenzbildners (30) anstehende Signal mit dem entsprechenden Signal verglichen wird, das bei der Zuführung eines Nullgases anstand.

20. Verfahren nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz zwischen dem Ausgangssignal des Differenzbildners (30) bei Nullgas und dem Ausgangssignal bei Meßgas ermittelt wird.

21. Verfahren zur Nachregelung der Empfindlichkeit der Gasanalysevorrichtung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zu einem ersten Zeitpunkt eine erste Nullgasbeschickung der Vorrichtung vorgenommen und das am Ausgang des phasenselektiven Gleichrichters (27) anstehende Signal abgespeichert wird, und daß zu einem zweiten Zeitpunkt eine zweite Nullgasbeschickung der Vorrichtung vorgenommen wird, wobei der am phasenselektiven Gleichrichter (27) anstehende Wert mit dem abgespeicherten Wert verglichen wird, und daß mit Hilfe einer Regeleinrichtung (28, 29) das Ausgangssignal solange nachgeregelt wird, bis es den ursprünglichen Wert wieder erreicht hat.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Gasanalysevorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Auf zahlreichen Gebieten der Technik besteht die Aufgabe, das Vorhandensein und/oder die Konzentration eines oder mehrerer Gase festzustellen. Beispielsweise ist es oft erwünscht, den CO-Gehalt in Automobilabgasen zu ermitteln. Das Vorhandensein bzw. die Konzentration können an sich durch seit langem bekannte chemische Analyseverfahren festgestellt werden, die jedoch für die meisten Anwendungsfälle zu zeitaufwendig sind. In der Praxis werden deshalb häufig optische Gasanalysatoren verwendet, die auf dem Lambert'schen Extinktionsgesetz beruhen, das besagt, daß in jeder diffentiell-kleinen Schicht eines Materials der gleiche Bruchteil der eindringenden Strahlung absorbiert wird. In der bekannten Lambert'schen Formel  $I = I_0 \exp(-\alpha l)$  bedeuten  $I$  die Strahlungsleistung am Punkt  $I$  des Materials,  $I_0$  die Strahlungsleistung, die an der Stelle  $I = 0$  in das Medium eindringt und  $\alpha$  einen Absorptionskoeffizienten. Dieser Absorptionskoeffizient ist abhängig von der Wellenlänge des Lichts und der Natur des absorbierenden Mediums, aber nicht von der Länge  $l$ .

Nach Beer kann für  $\alpha$  auch  $\alpha'c$  oder  $\alpha''p$  geschrieben werden, worin  $c$  die Konzentration und  $p$  den Partialdruck bedeuten und  $\alpha'$  bzw.  $\alpha''$  andere Konstanten sind. Das durch Beer modifizierte Lambert'sche Gesetz sagt also aus, daß es für die Absorption gleichgültig ist, ob man kleine Konzentrationen (und Partialdrücke) und große Schichtdicken oder umgekehrt große Konzentrationen (und Partialdrücke) und kleine Schichtdicken verwendet, wenn nur das Produkt  $c/(oder p)$  den gleichen Wert hat.

Die Wellenlängenabhängigkeit des Absorptionskoeffizienten ermöglicht es, verschiedene Stoffe und damit auch verschiedene Gase zu erkennen, da jeder Stoff ein bestimmtes spektrales Absorptionsverhalten besitzt. Beispielsweise beträgt der Absorptionskoeffizient von

Steinsalz bei einer Wellenlänge von 12  $\mu\text{m}$  etwa 0,007  $\text{m}^{-1}$ , während er bei 24  $\mu\text{m}$  etwa 10,7  $\text{m}^{-1}$  ist. Gase besitzen im allgemeinen bei einer bestimmten Wellenlänge ein ausgeprägtes Absorptionsmaximum. Für Kohlendioxid liegt dieses Maximum z. B. bei 43  $\mu\text{m}$ , wohingegen es für Methan, Äthan und Propan bei 34  $\mu\text{m}$  liegt.

Werden die zu analysierenden Gase oder Gasgemische in einen Behälter von bekannter Länge gegeben, so ist es bei bekannter Eingangsleistung  $I_0$  und bei bekannter Ausgangsleistung  $I$  möglich, den Absorptionskoeffizienten zu ermitteln und damit auf das vorhandene Gas rückzuschließen. Die Eingangsleistung nimmt allerdings mit zunehmendem Alter der Lichtquelle ab. Auch die Ausgangslichtleistung kann, beispielsweise durch Verschmutzen der Kuvette, in dem sich das zu analysierende Gas befindet, abnehmen, wodurch kein eindeutiger Rückschluß mehr auf das vorhandene Gas möglich ist.

Um diesen Fehler zu eliminieren, ist es üblich, ein Referenzsignal zu erzeugen, das denselben Alterungs- und Verschmutzungseinflüssen unterliegt wie das Meßsignal. Durch Bezug des gemessenen Signals auf das Referenzsignal dividiert sich der Fehler weg, und man erhält wieder eine eindeutige Aussage.

Das Referenzsignal kann z. B. über einen zweiten Kanal gewonnen werden, in dem sich ein Referenzgas befindet, oder über die spektrale Abhängigkeit des Absorptionskoeffizienten des zu analysierenden Stoffs innerhalb desselben optischen Kanals. Bei dem letztgenannten Verfahren durchläuft außer dem Lichtstrahl, der von dem Gas stark absorbiert wird, auch noch ein nicht-absorbierter Lichtstrahl in demselben Kanal. Die Vorrichtungen, welche nach diesem Verfahren arbeiten, sind als Schmalbandpaß-Filteranalysegeräte oder Gasfilterkorrelations-Analysegeräte bekannt.

Bei einem bekannten Filterkorrelations-Fotometer wird die Infrarotstrahlung einer Lichtquelle durch eine zu analysierende Gasprobe geschickt, wobei die absorbierenden Gase die spektrale Verteilungsfunktion beeinflussen und dadurch eine Information über ihre Konzentrationen abgeben (Olsowski und Nestler: Filter correlation photometer, Rev.Sci.Instrum. 54 (6), Juni 1983, S. 722–724). Um diese Information verfügbar zu machen, wird das Infrarotlicht durch einen Modulator in Form eines rotierenden Filterrads mit zwei Filtern geschickt, von denen das eine Filter diejenige Wellenlänge durchläßt, die von dem zu analysierenden Gas absorbiert wird, während das zweite Filter denjenigen Strahlungsbereich durchläßt, der von keinem der zu analysierenden Gase beeinflußt wird.

Bei einer ersten Hälfte einer Filterrad-Umdrehung enthält die resultierende spektrale Verteilungsfunktion des Lichts eine Information über die Konzentration der interessierenden Komponente innerhalb der Probe; bei der zweiten Hälfte der Filterrad-Umdrehung enthält sie diese Information dagegen nicht. Die zweite Hälfte der Umdrehung wird deshalb für die Erzeugung eines Referenzsignals verwendet. Nachteilig ist bei diesem Fotometer, daß die Filter rotieren. Rotierende Filteranordnungen stellen erhöhte Anforderungen an den Antriebsmotor, da die Filter und insbesondere die Gasfilter nicht so massearm sind wie eine einfache Sektorenblende bzw. Zerhackerscheibe.

Dieser Nachteil tritt auch bei anderen bekannten Vorrichtungen zur Messung mindestens einer Komponente eines Gasgemisches auf (DE-AS 27 27 976; EU-PS 00 22 789).

Es ist indessen auch eine Gasanalysenvorrichtung zum gleichzeitigen Durchführen mehrerer Gasanalysen

bekannt, die mehrere Gasanalyseneinheiten aufweist, von denen jede eine einzige Strahlenquelle und einen einzigen Strahlendetektor enthält (DE-OS 24 20 578). Hierbei ist für alle Gasanalyseneinheiten eine einzige Unterbrecher- bzw. Zerhackerscheibe vorgesehen, die die Strahlungsenergie in den Probe- und Referenzpfaden in vorbestimmter Phasenabhängigkeit zerhackt und für die Erzeugung eines Phasenreferenzsignals sorgt, mit dem eine phasenabhängige Trennung der kombinierten Meßkomponenten des Strahlendetektors durchgeführt wird. Die Infrarotstrahlung einer Strahlungsquelle durchläuft hierbei das zu analysierende Gas über zwei Pfade, einen Probestrahlpfad und einen Referenzstrahlpfad, wobei der Probestrahlpfad auf ein erstes Filter trifft, das im Absorptionswellenlängenbereich des Gases durchlässig ist, während der Referenzstrahlpfad auf ein zweites Filter trifft, das in einem Wellenlängenbereich durchlässig ist, der vom Gas nicht absorbiert wird. Unmittelbar hinter der Strahlungsquelle ist außerdem noch eine Zerhackerscheibe vorgesehen, welche den Probestrahlpfad und den Referenzstrahlpfad mit unterschiedlichen Frequenzen zerhackt. Wird ein Gas analysiert, daß im Durchlaßbereich des Filters im Probepfad absorbiert, so tritt durch dieses Filter praktisch keine Strahlung. Handelt es sich jedoch um ein anderes Gas, so tritt durch dieses Filter Strahlung. Durch das Filter im Referenzstrahlpfad tritt dagegen stets Strahlung.

Nachteilig ist bei dieser Gasanalysevorrichtung, daß sie eine zusätzliche Lichtquelle und zusätzliche Phototransistoren benötigt, um ein Phasentrennsignal zu bilden. Bei der optoelektronischen Phasentrennung ist nachteilig, daß sie durch eine mechanische Nachjustierung so eingestellt werden muß, daß die Phasendifferenz zwischen der separaten optoelektronischen Phasenerkennung und dem Meßsignal Null wird. Da die Phasenlage durch unterschiedliche optische Systeme erzeugt wird, läßt sich eine Änderung der Phasenlage des Meßsignals nicht erkennen, wodurch ein instabiles Meßsignal erzeugt wird. Außerdem ist es, aufgrund der Zerhackerscheiben-Modulation nicht möglich, die einzelnen Meßsignale aus dem Summensignal auf einem Oszilloskop dazustellen, was vor allem bei der Fehlersuche beim Service erhebliche Nachteile mit sich bringt. Ferner muß ein stärkeres Tiefpaßfilter eingesetzt werden, um die unerwünschten Störspannungen herauszufiltern. Durch den Einsatz eines solchen Tiefpaßfilters wird aber die Ansprechzeit des Analysators stark heraufgesetzt, so daß keine schnell anzeigenden Gasanalysen möglich sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Gasanalysenvorrichtung der zuletzt genannten Art ohne eine zusätzliche Lichtquelle und ohne zusätzliche Phototransistoren auszukommen.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Der mit der Erfindung erzielte Vorteil besteht insbesondere darin, daß auf eine separate optoelektronische Phasenerkennung sowie auf eine Nullpunktblendung für das Einjustieren eines physikalischen Null-Signals verzichtet werden kann. Hierdurch wird eine Fehlerquelle ausgeschaltet, da sowohl die Phasenerkennung als auch das Meßsignal denselben Signalursprung besitzen. Phasenänderungen des Meßsignals werden also sofort durch die Phasenerkennung ausgeglichen. Bei der Erfindung wird die Differenz bewußt ungleich Null gelassen, um aus diesem Signal dann die Phasenlage und Empfindlichkeit ableiten zu können. Deshalb sollte die Null-

punktspannung in der Größenordnung des Meßeffekts liegen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Anordnung mit zwei Gasanalysekanälen;

Fig. 2A die Verläufe von Referenzsignal und Meßsignal;

Fig. 2B das Ansteuersignal für einen phasenselektiven Gleichrichter;

Fig. 2C die Verläufe von Referenzsignal und Meßsignalen, wobei ein Meßsignal durch einen Gasanschlag bedingt ist;

Fig. 3 eine Zerhackerscheibe;

Fig. 4 einen Mikroprozessoranalysator;

Fig. 5 den Spannungsverlauf am Ausgang eines phasenselektiven Gleichrichters bzw. eines Differenzverstärkers;

Fig. 6a eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Gasanalysengeräts;

Fig. 6b eine Rückansicht auf das erfindungsgemäße Analysegerät.

In der Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Anordnung 1 gezeigt, mit der es möglich ist, mehr als ein Gas zu analysieren. Beispielhaft sind zwei Kanäle 2, 3 dargestellt, von denen der Kanal 2 für die Analyse eines ersten Gases und der Kanal 3 für die Analyse eines zweiten Gases vorgesehen ist. Statt zweier Kanäle könnten auch 3, 4 oder mehr Kanäle vorgesehen sein. Eine Beschränkung der Zahl der Kanäle ist nur durch die räumlichen Verhältnisse gegeben.

Die Auswerteschaltung 4 ist nur für den Kanal 1 dargestellt. Sie ist jedoch beim Kanal 2 analog aufgebaut.

Die Anordnung 1 weist zwei Lichtquellen 5, 6, voneinander weise Infrarotlichtquellen auf, die Licht auf zugeordnete Filterpaare 7, 8 werfen, die aus den beiden Filtern 9, 10 bzw. 11, 12 bestehen. Zwischen den Filterpaaren 7, 8 und den Lichtquellen 5, 6 kann eine Zerhackerscheibe 13 rotieren, die von einem Motor 14 angetrieben wird. Hinter dem Filterpaar 7 befindet sich eine Küvette 14, die mit Frontglasscheiben 15, 16 abgeschlossen ist und die mit einem zu analysierendem Gas oder Gasgemisch beströmt wird.

Auf entsprechende Weise ist hinter dem Filterpaar 8 eine andere Küvette 17 vorgesehen, die ebenfalls mittels strahlendurchlässiger Frontscheiben 18, 19 abgeschlossen ist und ein zweites zu analysierendes Gas oder Gasgemisch enthält. Hinter der Küvette 14 des Kanals 2 ist ein Gasfilter 20 angeordnet, das ein Gas enthält, welches den von dem in der Küvette 14 befindlichen Gas durchgelassenen Strahlungsbereich noch einmal filtern und damit schwächen. In diesem Gasfilter 20 kann sich beispielsweise  $\text{CO}_2$  befinden, um das in der Küvette befindliche  $\text{CO}$  querempfindlichkeitsfrei messen zu können.

Hinter dem Gasfilter bzw. hinter der Küvette 17 ist jeweils ein Lichtsensor 21 bzw. 22 vorgesehen, der die ankommende Strahlung in ein elektrisches Signal umwandelt. Zwischen der Frontscheibe 19 und dem Lichtsensor 22 ist dabei noch eine Sammellinse 23 vorgesehen, welche die aus der Küvette 17 kommende Strahlung gebündelt auf den Sensor 22 gibt.

Die elektrische Bearbeitung des vom Sensor 22 erzeugten elektrischen Signals ist derart, daß es auf den positiven Eingang eines Operationsverstärkers 24 gegeben wird, dessen negativer Eingang an Masse liegt und in dessen Rückkopplungszweig sich ein Widerstand 25 befindet. Durch den Operationsverstärker 24 wird das Wechselspannungssignal vom Sensor 22 verstärkt.

Die Zerhackerscheibe 13 ist so ausgebildet, daß die Filter 11, 12 bzw. 9, 10 zeitlich nacheinander mit der Strahlung aus den Lichtquellen 5 bzw. 6 beaufschlagt werden. Die Phasenlage dieses Wechselsignals wird in einer Phasenerkennungsschaltung 26 erkannt, die ein Steuersignal auf einen phasenselektiven Gleichrichter 27 gibt. Bei exakt gleichen Transmissionsgraden der Filter 11, 12 bzw. 9, 10 und direkt aufeinanderfolgenden Zerhackervorgängen würde dann, wenn ein nicht-absorbierendes Gas, ein sogenanntes Nullgas, verwendet würde, am Eingang des Verstärkers 24 ein Gleichsignal anstehen, daß keinerlei Information beinhaltete. Gemäß der Erfindung steht jedoch – bedingt durch die unterschiedlichen Transmissionsgrade der Filter 11, 12 bzw. 9, 10 – auch bei Nullgas ein Wechselsignal am positiven Eingang des Verstärkers 24 an.

Die vom Gleichrichter 27 abgegebene Gleichspannung wird auf den positiven Eingang eines weiteren Verstärkers gegeben, der für die Einstellung der Nullpunktsempfindlichkeit vorgesehen ist und deshalb in der Rückführung einen regelbaren Widerstand 29 aufweist. Der Ausgang dieses Verstärkers 28 wird auf den positiven Eingang eines Differenzverstärkers 30 gegeben, dessen negativer Eingang an einer hochstabilen Referenzspannungsquelle 31 liegt. Mit Hilfe des Verstärkers 28 und des Differenzverstärkers 30 wird eine Verstärkung und Differenzbildung vorgenommen, damit bei Nullgasbestromung, z. B. mit  $N_2$ , am Meßgerät 32 Null angezeigt wird. Unter Nullgasbestromung wird hierbei die Bestromung mit einem inerten Gas verstanden.

Anhand der nachfolgenden Fig. 2A-2C wird die phasenselektive Gleichrichtung noch einmal näher erläutert.

In der Fig. 2A ist das Ausgangssignal des Sensors 22 bei Nullgasbestromung dargestellt. Die obere Gerade 40 dieses Ausgangssignals zeigt die Lichtintensität an, die auf den Sensor 22 auftrifft, wenn die Strahlung durch das Filter 11 geht, während die Gerade 41 diejenige Lichtintensität anzeigt, die auf den Sensor 22 fällt, wenn die Strahlung durch das Filter 12 geht. Das Referenzsignal  $I_{Ref}$  und das Meßsignal  $I_{Meß}$  sind hierbei auf den virtuellen Nullpunkt 42 bezogen. Die Differenz  $I_{Ref} - I_{Meß}$  ist durch die unterschiedlichen Transmissionsgrade der Filter 11, 12 bedingt.

In der Fig. 2B ist ein Signal für die Ansteuerung des phasenselektiven Gleichrichters 27 dargestellt, das durch die Phasenerkennungsschaltung 26 aus dem Meßsignal (Fig. 2A) gewonnen wird. Die senkrechten Flanken dieses Phasensignals 45 werden durch die Null-durchgänge des Signals 40, 41 definiert. Mit diesem Rechtecksignal kann z. B. die Steuerelektrode eines im Gleichrichter 27 befindlichen Transistors oder GTO-Thyristors angesteuert werden.

Im Gegensatz zu einer herkömmlichen Graetz-Schaltung, die ebenfalls eine Vollweg-Gleichrichtung bewirkt, wird bei dem phasenselektiven Gleichrichter 27 nur eine bestimmte Frequenz gleichgerichtet.

Die Fig. 2C zeigt einen Kurvenverlauf, der dann auftritt, wenn durch das zu analysierende Meßgas die Durchlässigkeit für Strahlung herabgesetzt wird. Diese Herabsetzung ist durch die gestrichelte Kurve 43 ange deutet. Bei einer Nullgasbestromung, etwa mit Stickstoff, ergibt sich zunächst die Kurve 40, 41 in Fig. 2C, und das Wechselspannungssignal am Ausgang des Operationsverstärkers 24 beträgt etwa 0,1 Volt. Wird die Küvette 17 nun mit Meßgas bestromt, beispielsweise mit 1000 ppm CO in Stickstoff, so ergibt sich die Kurve 43. Die Änderung des Wechselspannungssignals sollte

hierbei ebenfalls 0,1 V betragen.

In der Fig. 3 ist eine Zerhackerscheibe 13 in der Draufsicht dargestellt. Diese Zerhackerscheibe 13 weist zwei äußere und zwei innere Aussparungen 50, 51 bzw. 52, 53 auf. Die äußeren Aussparungen sind den Filtern 9 bzw. 12 zugeordnet, während die inneren Aussparungen 52, 53 den Filtern 11 bzw. 10 zugeordnet sind. Man erkennt hieraus, daß die benachbarten Filter 11, 12 bzw. 9, 10 bei Umläufen der Zerhackerscheibe 13 zeitlich nacheinander mit Strahlung beaufschlagt werden.

In der Fig. 4 ist eine Auswerteanordnung 60 gezeigt, welche durch den Block 61 die gesamte Anordnung der Fig. 1 darstellt. Die Leitungen 62, 63, 64 sind die Ausgänge von Verstärkern, die dem Verstärker 30 in der Fig. 1 entsprechen. Mit 65 ist ein Mikroprozessor bezeichnet, der die Ausgangsspannungen der Verstärker auswertet und entsprechende Anzeigevorrichtungen 66, 67, 68 oder einen Mehrfachkurvenschreiber 69 ansteuert.

Mit Hilfe eines Ventils 70 kann von Nullgas auf Meßgas und umgekehrt geschaltet werden.

In der Fig. 5 ist ein Kurvenverlauf 80 eines Signals dargestellt, das am Ausgang des phasenselektiven Gleichrichters 27 in Fig. 1 auftritt, und zwar bei Nullgasbestromung. Dieses Signal 80, d. h. die Einschaltspannung  $U_E$  ist zunächst für die Zeit  $t_1$  ein Gleichsignal, wobei die Zeit  $t_1$  ungefähr 5 Minuten beträgt und die Einschaltzeit definiert. Diese Einschaltzeit ist erforderlich, damit sich die Lichtquellen und Filter stabilisieren, die ihre Eigenschaften wegen der auftretenden Wärmeentwicklung verändern. Nach dieser Zeit  $t_1$  ist das Gerät betriebsbereit. Jetzt wird die Spannung  $U_0$  auf den Vergleicher 30 gegeben, um festzustellen, ob der alte Referenzspannungspegel noch vorliegt. Dies ist im Beispiel der Fig. 5 nicht der Fall, wie die Differenz  $\Delta U = U_{Ref} - U_0$  zeigt. Diese Differenz  $\Delta U$  gibt an, daß das Gerät "gealtert" ist, d. h. daß es weniger Licht als früher durchläßt, sei es, weil die Lichtquellen weniger Licht abstrahlen, sei es, daß die Filter mehr Licht absorbieren, weil sie verschmutzt sind. Um die alte Empfindlichkeit wieder herzustellen, wird nun durch Verstellen des Widerstands 29 die Verstärkung des Verstärkers 28 so erhöht, daß die Empfindlichkeitsminderung des Geräts wieder ausgeglichen wird, d. h. die Spannung  $U_0$  wird auf die Spannung  $U_{Ref}$  angehoben.

Dieser Vorgang ist nach der Zeit  $t_2$  abgeschlossen, so daß jetzt das reguläre Meßsignal  $M$  ansteht. Das Ausgangssignal 80 springt also für die Zeit  $t_3$  auf einen Wert  $U$ . Bezogen auf den Wert  $U_0$  wird dieses Signal als " $M$ " bezeichnet. Am Ende der Zeit  $t_3$  kann erneut eine Nullpunktsüberprüfung stattfinden, so daß  $U_0$  für die Zeit  $t_4$  ansteht, um dann wieder den Wert  $U$  anzunehmen. Die Zeitbereiche  $t_2$  und  $t_4$  definieren somit neue Nullpunkteinstellungen bei Nullgasbestromung. Da die Alterungserscheinungen sowohl bei Nullgas als auch bei Meßgas in gleicher Weise auftreten, ist durch die ausgleichende Verstärkungsregelung auch die Nullpunkteinstellung für Meßgas neu kalibriert.

Die beschriebenen Vorgänge können mit Hilfe des Mikroprozessors 65 stark vereinfacht werden. Hierbei wird das Ausgangssignal  $U_0$  durch eine Nullgasbestromung ermittelt und anschließend der Wert für  $U_0$  in dem Mikroprozessor 65 abgespeichert. Bei einer Meßgasbestromung liegt, wie bereits beschrieben,  $U$  als Meßwert vor.  $M$  läßt sich nun leicht durch die Differenzbildung  $M = U - U_0$  errechnen. Man erhält somit den Differenzwert, der in der Fig. 2C dem Abstand zwischen 43 und 41 entspricht. Die Division durch  $U_0$  ergibt ein nor-

mierter und stabilisiertes Meßsignal  $M_{stab}$

$$\frac{U - U_0}{U_0} = \frac{M}{U_0} = M_{stab}$$

Durch einen Vergleich des gespeicherten Meßwerts  $U_0$  mit einer Referenzspannung, z. B. 1 V, erhält man einen Vorrechnungsfaktor:

$$\frac{U_{Ref}}{U_0} = \alpha$$

Multipliziert man den vorhandenen Meßwert  $^3M$  mit dem Faktor  $\alpha$ , so erhält man ebenfalls einen stabilen Empfindlichkeitsmeßwert:

$$M_{stab} = \alpha \times M$$

In der Fig. 6a ist das erfindungsgemäße Gerät 100 in einer Seitenansicht dargestellt. Man erkennt hierbei den Motor 14, der über Befestigungsmittel 101, 105 an einem Flansch 106 befestigt ist, der seinerseits mit einem Flansch 107 in Verbindung steht. Mit diesem Flansch 107 ist die Küvette 17 verbunden, die über eine Schelle 102 mit einer Detektoreinheit 108 verbunden ist. In dieser Detektoreinheit befindet sich z. B. ein Gasfilter 103, ein Strahlungsdetektor 22 und eine Leiterplatte 104 mit verschiedenen elektronischen Bauelementen. Im Flansch 106 bzw. im Flansch 104 sind die Strahlungsquelle 6, die Zerhackerscheibe 13 und das Filter 12 ge- strichelt dargestellt.

Die Fig. 6b zeigt eine Ansicht von hinten auf den Motor 14 mit dem Flansch 106. Die beiden Strahlungsquellen 5, 6 sind ebenfalls angedeutet.

Nummer:

35 44 015

Int. Cl. 4:

G 01 N 21/61

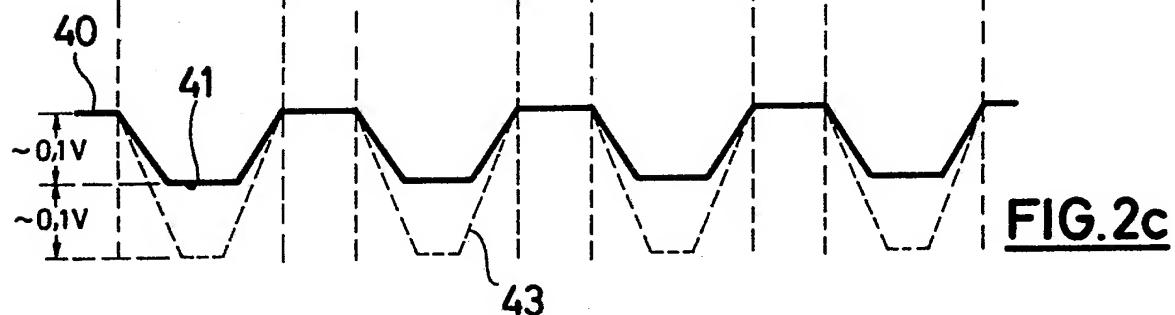
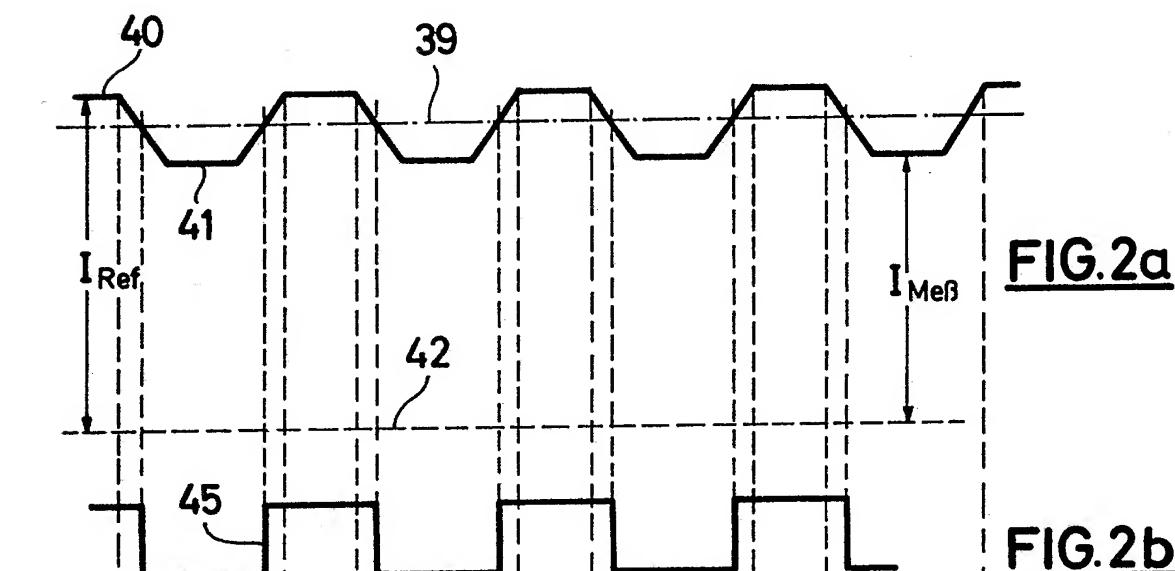
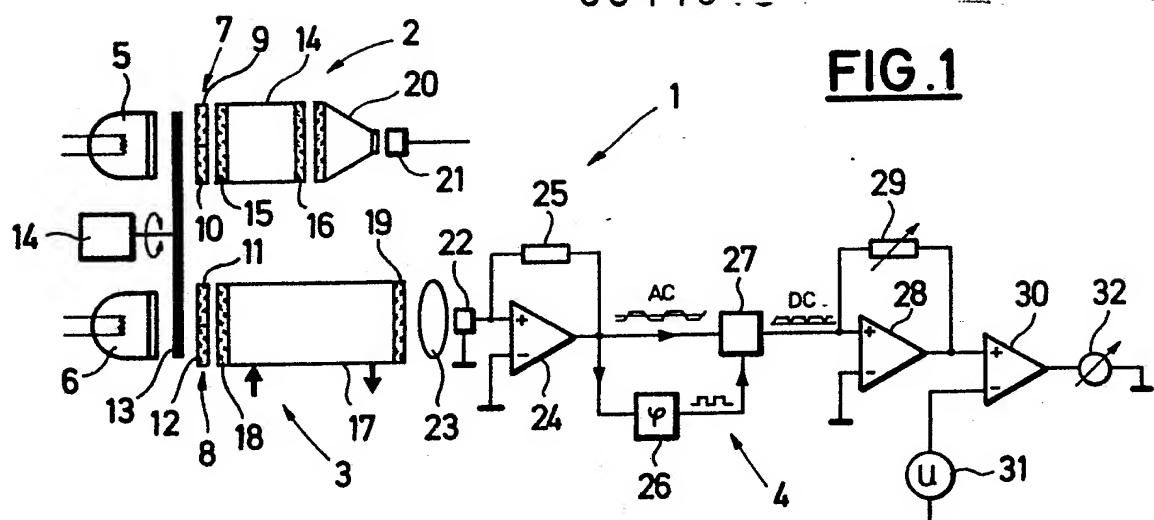
Anmeldetag:

13. Dezember 1985

Offenlegungstag:

19. Juni 1987

35440



3544015

DEUTSCHE  
PATENT- UND  
MARKEN- AUSSTELLUNG  
BERLIN  
1936

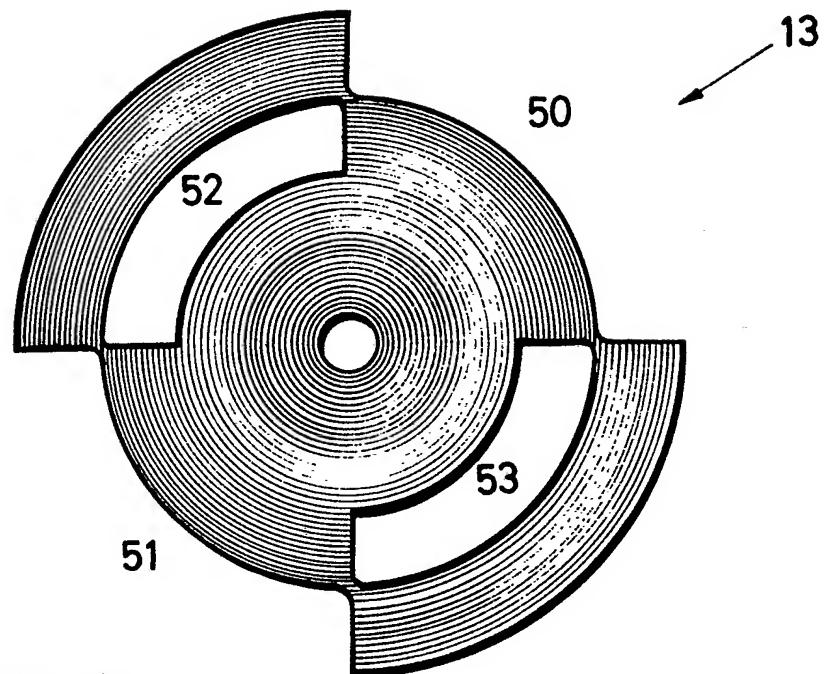


FIG. 3

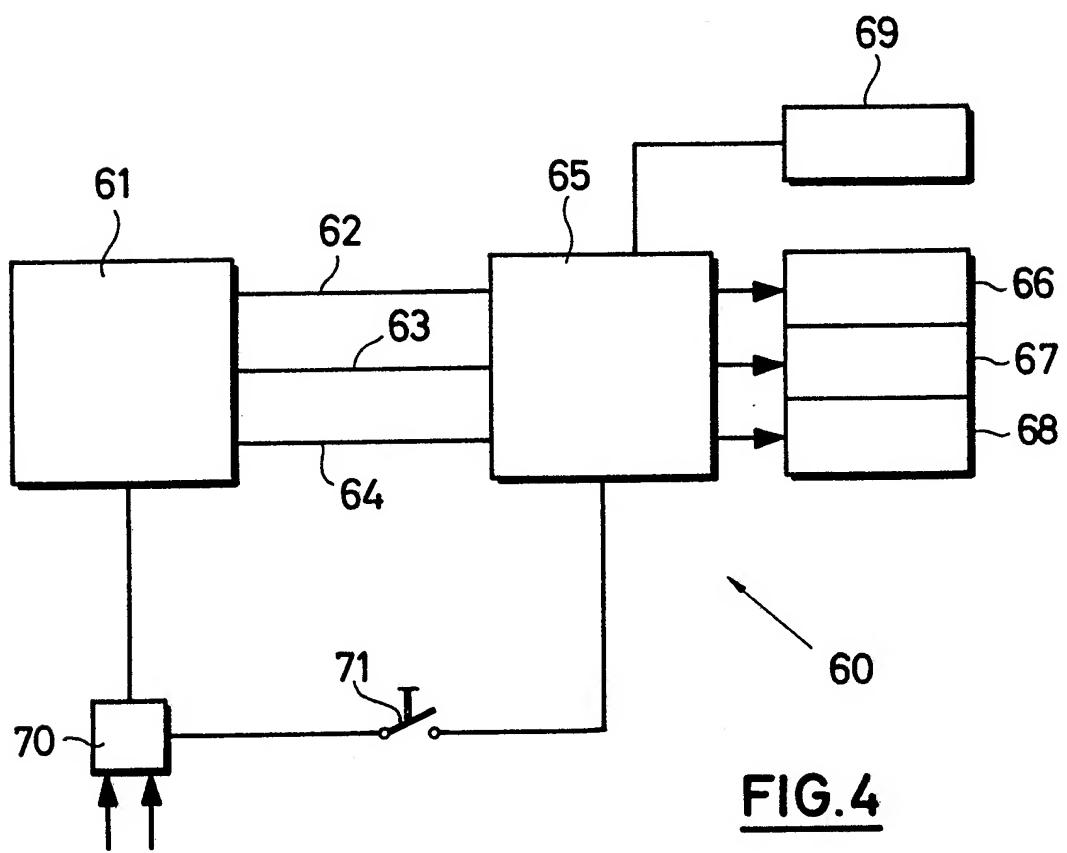


FIG. 4

11.10.05

3544015

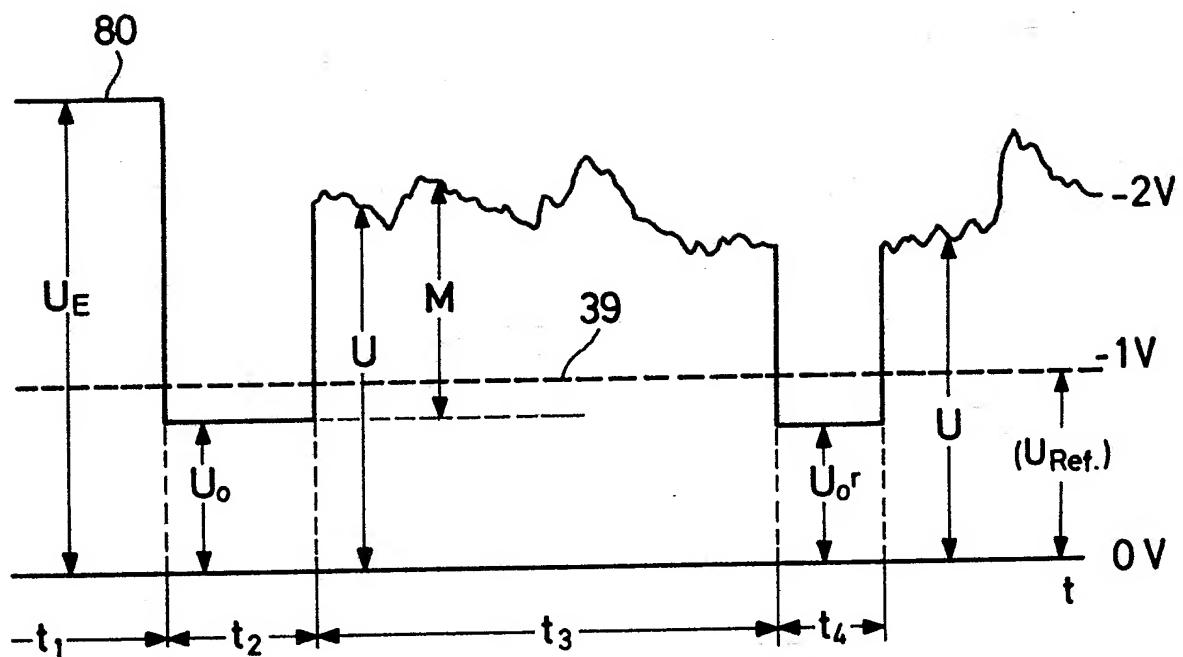
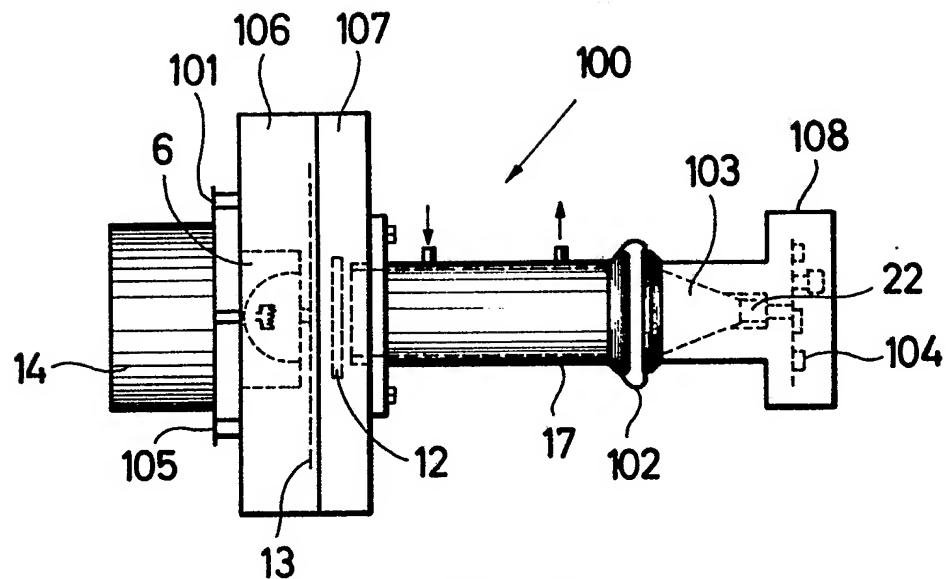
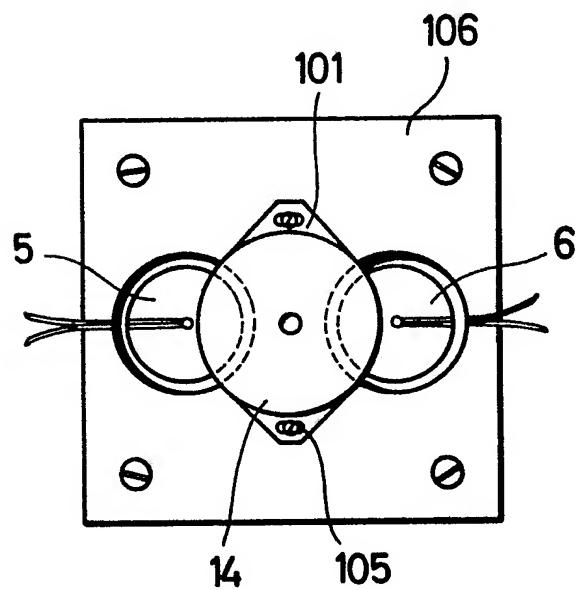


FIG. 5

3544015



**FIG. 6a**



**FIG. 6b**

**PUB-NO:** DE003544015A1  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** DE 3544015 A1  
**TITLE:** Gas analysis apparatus  
**PUBN-DATE:** June 19, 1987

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
WIEGLEB, GERHARD DIPL ING	DE

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
LEYBOLD HERAEUS GMBH & CO KG	DE

**APPL-NO:** DE03544015  
**APPL-DATE:** December 13, 1985

**PRIORITY-DATA:** DE03544015A (December 13, 1985)

**INT-CL (IPC):** G01N021/61

**EUR-CL (EPC):** G01J001/16 , G01N021/35

**ABSTRACT:**

CHG DATE=19990617 STATUS=O> The invention relates to a gas analysis apparatus for detecting the presence of a particular gas. In this arrangement, the gas to be analysed is fed to a cuvette (17) which is exposed to the light of a radiation source (6), specifically by means of a chopper (13), alternately via a first filter (11) and via a second filter (12). The filters

(11, 12) are designed in such a way that a sensor (22) which converts the light into an electrical variable in each case outputs a periodic quantity. Said periodic quantity is processed for the purpose of controlling a phase-selective rectifier (27). Any changes in the properties of the gas analysis apparatus, e.g. attenuation of the light due to ageing, can be compensated by a regulable amplifier (28, 29) as soon as it has been established that the voltage at the output of the phase-selective rectifier (27) no longer corresponds to the given reference voltage. □